

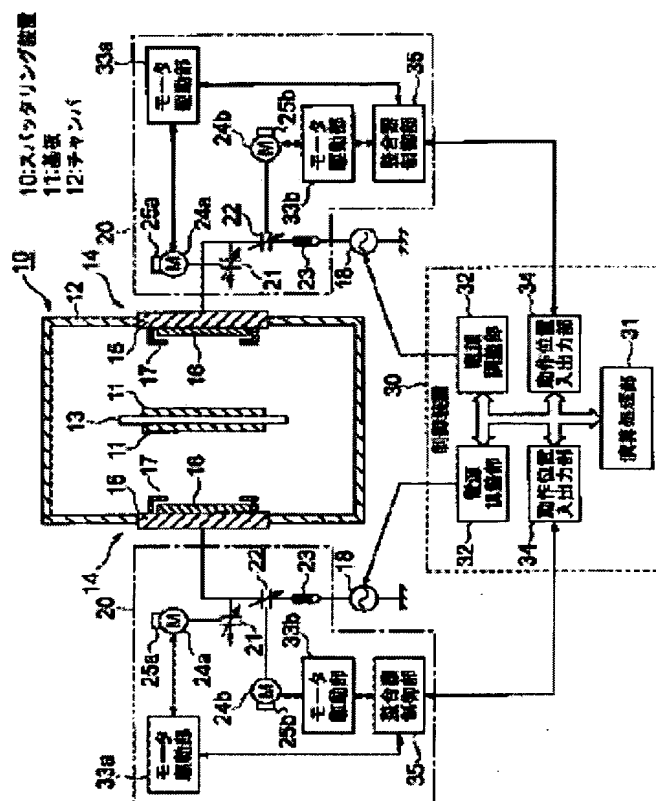
DISCHARGE DETECTING METHOD AND APPARATUS IN TREATMENT APPARATUS UTILIZING DISCHARGE

Patent number: JP2002352998
Publication date: 2002-12-06
Inventor: OSANAI TORU; MIKI HIROSHI; HIRATA NOBORU; OKAYA KENJI
Applicant: ANELVA CORP
Classification:
- international: **B01J19/08; C23C14/52; C23C14/54; H05H1/00; H05H1/46; B01J19/08; C23C14/52; C23C14/54; H05H1/00; H05H1/46; (IPC1-7): H05H1/00; B01J19/08; C23C14/52; C23C14/54; H05H1/46**
- european:
Application number: JP20010152894 20010522
Priority number(s): JP20010152894 20010522

Report a data error here

Abstract of JP2002352998

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and an apparatus for detecting discharge, by which discharge can be surely detected without the need for adding an special circuit or an element for detecting discharge in a treatment apparatus utilizing discharge, detection of discharge can be achieved even when high-frequency power is low, and respective discharges can be separately surely detected, even when a plurality of discharges are caused to occur simultaneously in a treatment chamber.
SOLUTION: The apparatus is applied to an apparatus for producing plasma by discharge, based on high-frequency power within a chamber 12 to conduct formation of a film or a processing treatment for a substrate 11 and constructed by a matching circuit 20 provided between a high-frequency power source 18 and a cathode device 14 in the chamber, detection means 25a, 25b for detecting capacitance values of variable capacitors 21, 22 included in the matching circuit and a control unit 30 that compares ranges of changes of the capacitor values or the like with capacitance values or the like, when matching is made as well as discharging, thereby determining that discharge has occurred.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

特開 2002-352998

(P 2002-352998A)

(43) 公開日 平成14年12月6日(2002.12.6)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テマコード(参考)
H05H	1/00	H05H	1/00
B01J	19/08	B01J	19/08
C23C	14/52	C23C	14/52
	14/54		14/54
H05H	1/46	H05H	1/46
審査請求	未請求	請求項の数	8
OL			
		(全 9 頁)	最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-152894(P2001-152894)

(22) 出願日 平成13年5月22日(2001.5.22)

(71) 出願人 000227294

アネルバ株式会社

東京都府中市四谷5丁目8番1号

(72) 発明者 小山内 徹

東京都府中市四谷5丁目8番1号

株式会社内

アネルバ

(72) 発明者 三木 洋

東京都府中市四谷5丁目8番1号

株式会社内

アネルバ

(74) 代理人 100094020

弁理士 田宮 寛社

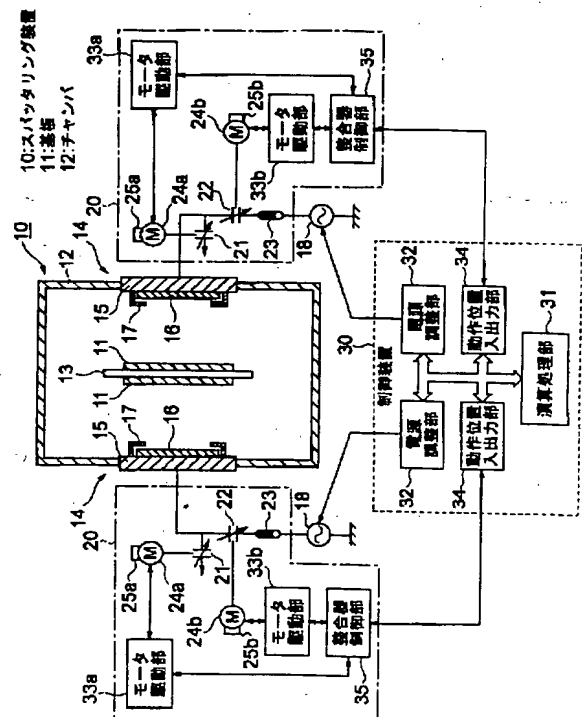
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放電を利用した処理装置における放電検出の方法と装置

(57) 【要約】

【課題】 放電を利用した処理装置で、放電を検出する特別な回路や素子を付加する必要がなく、放電を確実に検出でき、高周波電力が低電力の場合でも放電の検出を行うことができ、処理チャンバ内で複数の放電を同時に発生させるときにも各放電を個別に確実に検出できる放電検出の方法と装置を提供する。

【解決手段】 チャンバ12内にて高周波電力に基づく放電によってプラズマを生成し基板11に対して成膜や加工処理を行う装置に適用され、高周波電源18とチャンバのカソード装置14との間に設けられる整合回路20と、整合回路に含まれる可変コンデンサ21、22のキャパシタンス値を検出する検出手段25a、25bと、当該キャパシタンス値等の変化の範囲を、整合がとれかつ放電している時のキャパシタンス値等と比較することによって放電が発生していると判定する制御装置30とから構成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 高周波電力に基づく放電によってプラズマを生成しこのプラズマで成膜や加工処理を行う装置に適用される前記放電の検出方法であり、

高周波電源とカソード装置との間に設けられた整合回路に含まれる可変インピーダンス回路要素のインピーダンス値を求め、整合がとれ、かつ放電時のインピーダンス値と比較して、前記インピーダンス値が所定範囲に含まれているときに放電が発生していると判定するようにしたことを特徴とする放電検出方法。

【請求項2】 前記可変インピーダンス回路要素の前記インピーダンス値を変える駆動モータの動作量に基づいて前記インピーダンス値を算出することを特徴とする請求項1記載の放電検出方法。

【請求項3】 前記可変インピーダンス回路要素は可変コンデンサであり、前記インピーダンス値はキャパシタンス値であることを特徴とする請求項1または2記載の放電検出方法。

【請求項4】 前記可変インピーダンス回路要素は可変コイルであり、前記インピーダンス値はインダクタンス値であることを特徴とする請求項1または2記載の放電検出方法。

【請求項5】 チャンバ内に高周波電力に基づく放電によってプラズマを生成しこのプラズマで基板に対して成膜や加工処理を行う装置において、高周波電源と前記チャンバのカソード装置との間に設けられる整合回路と、

前記整合回路に含まれる可変インピーダンス回路要素のインピーダンス値を検出する検出手段と、

前記インピーダンス値が、整合がとれ、かつ放電時のインピーダンス値と比較して所定範囲に含まれているときに放電が発生していると判定する演算処理手段と、

から成ることを特徴とする放電検出装置。

【請求項6】 前記演算処理手段は、前記可変インピーダンス回路要素のインピーダンス値を変える駆動モータの動作量に基づいて前記インピーダンス値を算出することを特徴とする請求項5記載の放電検出装置。

【請求項7】 前記可変インピーダンス回路要素は可変コンデンサであり、前記インピーダンス値はキャパシタンス値であることを特徴とする請求項5または6記載の放電検出装置。

【請求項8】 前記可変インピーダンス回路要素は可変コイルであり、前記インピーダンス値はインダクタンス値であることを特徴とする請求項5または6記載の放電検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、放電を利用した処理装置における放電検出の方法と装置に関し、特に、グロー放電を利用して成膜処理や加工処理を行う装置で当

該グロー放電現象の発生の検出について低電圧放電時でも高周波電源側のマッチング条件の適正を確実に検出することが可能な方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 LSI等の半導体デバイス、液晶ディスプレイ等の表示器、ハードディスクなどの製造工程では、放電現象、特にグロー放電により発生するプラズマを利用して様々な処理および加工を行う真空装置が用いられている。このような装置としては、例えばスパッタリング装置、プラズマCVD装置、反応性イオンエッチング装置がある。このように、真空室の中で成膜処理等を行う装置では、生産性を上げるため、あるいは高品質の膜を堆積させるため、搬送路に沿って配置された複数の真空チャンバに基板を順次に搬送して成膜処理を行ういわゆる連続処理や連続加工の可能な自動化された装置が使用されている。従って、これらのプラズマを利用して処理あるいは加工を行う真空装置においては、設定条件による放電によってプラズマが発生し、そのプラズマが安定して持続していることを検出できることが必要である。

【0003】 上記の装置で利用されているプラズマは、真空排気されて減圧状態にあるチャンバ内に不活性ガスや反応性ガスあるいはその混合ガスを導入し、チャンバ内に設けた電極間に直流電圧や高周波電圧あるいはマイクロ波などを印加し、これにより加速される電子とガス分子の衝突電離現象を利用して生成される。プラズマ中ではイオン、電子、励起状態の原子または分子、分子の解離により生じた中性活性種などが存在し、励起された原子や分子が基底状態に戻る過程で発光し、いわゆる原子固有のプラズマ発光が観察される。

【0004】 従来のプラズマの検出、すなわち放電の検出の方法として、従来から色々な方法が提案されている。これらの方法のうち、代表的かつ基本的な方法を添付した図を参照して説明する。

【0005】 図5はプラズマの発光現象により生じた光（放電光）を検知する方法である。処理または加工が行われるチャンバ101に対して、RF電源102から出力されたRF電力が自動整合器103を経由して与えられる。104は高周波電極である。高周波電極104には通常ターゲットが付設されている。その結果、チャンバ101内では放電105が発生し、プラズマが生成される。なお当然のことながら、チャンバ101内で放電が誘起されプラズマが生成されるためには、供給される電力条件だけではなく、圧力条件や原料ガス条件が満たされているものとする。プラズマ生成時の放電105では放電光106が発生する。他方、チャンバ101の壁部の適当な箇所に放電光106を検出するための受光素子（フォトリジスタ等）107が設けられ、上記放電光106が検出されるようになっている。さらにCPUから成る制御部108が設けられている。制御部10

8は、受光素子107から出力される放電光検出信号に基づいて、所望の放電光がチャンバ101内で発生するようにRF電源102の出力を制御する機能を有している。すなわち制御部108は、RF電源102の動作状態をオンにしてRF電力を出力させ、チャンバ101内で発生した放電光106の発光レベルが設定値よりも高いか否かを判定し、高いときには放電継続の制御を行い、低いときには放電停止の制御を行うようにしている。なお後者の場合、放電を開始させようとする初期時には、放電が生じない状態が確認されることを意味する。

【0006】図6はプラズマ中のイオンと電子の移動度の差に起因する自己バイアス電圧(V_{dc})を検出する方法である。図6において、図5で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付している。チャンバ101の高周波電極104にRF電源102から自動整合器103を介してRF電力が供給される。チャンバ101に放電光検出のための受光素子は特別に付設されていない。この例では、自動整合器103の内部構成が明示されている。自動整合器103は、可変コンデンサ201、202とコイル203から成り、さらに抵抗204、205から成るV_{dc}検出部206が付設されている。V_{dc}検出部206で検出された自己バイアス電圧(直流電圧)は制御部108にフィードバックされる。制御部108は、V_{dc}(直流成分)が設定値よりも小さいか否かを判定し、小さいときには放電継続の制御を行い、大きいときには放電停止の制御を行う。

【0007】図7は高周波電圧を印加して放電させる装置では、負荷と電源の整合をとるために設けた自動整合器で得られた整合結果の値である反射波を検出する装置である。図7において、前述の例で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付し、前述の説明を援用し、説明を省略する。この装置では、RF電源102で取り出すことのできる反射波モニタ値を制御部108にフィードバックしている。制御部108は、反射波モニタ値が設定値よりも小さいか否かを判定し、小さいときには放電を継続し、大きいときには放電を停止する。その他の構成は前述した例と同じである。

【0008】前述のごとき放電を検出する構成に係る発明を開示する文献としては、例えば、特開昭52-31985号公報(「グロー放電発生を検出並びに整合状態の表示装置」)、特開昭59-41475号公報(「放電処理装置における放電状態監視装置」)、特開平7-326490号公報(「放電検出機」)、特開平11-326214号公報(「グロー放電発光分光分析のマッチング条件設定方法、及びグロー放電発光分光分析装置」)を挙げることができる。

【0009】上記の文献のうち特に特開平7-326490号公報に開示される放電検出機は、整合器に高周波電源ラインから高周波信号を収集するアンテナ(12)

を付設し、このアンテナで収集した高周波信号から高調波を検出し、この高調波を整流し、整流された直流信号から電圧を測定する構成を有している。この検出方法は、放電時の高調波電力の入力波形が高調波により歪んでいることを利用している。最終的に測定される上記の電圧が所定値よりも高い場合には放電が開始され、かつ持続していることを示し、所定値よりも低い場合には放電が開始されていないことを意味している。

【0010】

10 【発明が解決しようとする課題】図5に示した放電光を検出する方法によれば、受光素子107として光電素子が必要であり、さらに例えば10W程度の低電力に基づく微弱な放電の場合には光強度不足により検知されないことがあるという問題がある。スパッタリング装置では複雑な膜構成にするために1つのチャンバ内に複数のターゲットを同時に放電させることがある。このような場合に、複数のターゲットの各々に由来する放電光を区別した検出を行うことができないという問題がある。

20 【0011】図6に示した自己バイアスを検出する方法によれば、V_{dc}検出回路が必要である。しかし、複数のターゲットを同時に放電させる場合に、ターゲットのそれぞれに個別にV_{dc}検出回路を設けるように構成されるので、複数のターゲットのそれぞれの放電を個別に検出することができる。この自己バイアス検出方法では、放電が生じていない場合にはイオンと電子が電離していないためV_{dc}が検出されず、放電が生じている場合に上記電離が生じるためV_{dc}が検出され、これにより各ターゲットに関して放電状態を検出することができる。しかし、この自己バイアス検出方法でも、光検出の場合と同様に、低電力の場合にはV_{dc}の検出が困難となる。さらに導電体ターゲットや低抵抗絶縁物ターゲットの場合にはV_{dc}を検出することはできるが、例えばSiO₂等のような高抵抗絶縁物の場合にはターゲットがブロッッキングコンデンサとなり、直流的には浮遊状態になるためV_{dc}を検出することができない。

30 【0012】またRF電源(高周波電源)102から給電されるRF電力(高周波電力)で生成される放電の場合、例えば13.56MHzを利用した高周波プラズマ発生装置では、投入電力を最大限にするためには、負荷側(ターゲット)と電源側の間で負荷側インピーダンスと電源側インピーダンス(通常は50Ω)との電氣的な整合を行うことが必要である。

40 【0013】一般的な負荷側インピーダンスは、簡略化して表記すると、カソードを電極から絶縁するためのカソード容量(C)と、電力導入経路における電氣的損失(損失抵抗:R)と、電力投入により発生するプラズマに基づくプラズマインピーダンス(Z₁)から成っている。従って、放電していないときと放電時の負荷側インピーダンスは、Z₁の分だけ変化する。すなわち、RF電源102から高周波電圧を印加すると、ターゲットが

導電性の場合にはプラズマインピーダンス Z_1 によって、ターゲットが絶縁性の場合にはプラズマインピーダンス Z_1 とターゲットによるインピーダンス変化とによって、それぞれ不整合状態が生じ、その結果、チャンバ101に投入したRF電力が負荷側の等価回路に流れずに反射波として戻ってくる。上記の自動整合器は、RF電力の入力に伴う反射波を小さくするように、内部の変素子を自動的に調整して各容量を変化させる。これにより電源側と負荷側の各インピーダンスを整合させる。

【0014】そこで前述した通り、RF電源102とチャンバ101のターゲットとの間には自動的に整合を行うための自動整合器103を挿入することによって調整を行うようにしている。

【0015】また図7に示す方法では、プラズマを利用して処理あるいは加工する装置に元々設けられている自動整合器103を利用して構成され、RF電源102から投入されるRF電力の進行波と反射波の大きさをモニタすることにより放電を検出している。この方法は、装置を大型化することなく簡単に放電を検出することができるが、整合がとれた状態、すなわち反射波が十分に小さい場合でも放電していない場合があり、RF電源102の発熱や故障を引き起こしたり、プラズマ処理の不具合による製品の歩留まりを悪化させるという問題があった。

【0016】上記の問題を解決するため、前述の特開平7-326490号公報に記載された発明が提案される。この発明に係る放電検出機によれば、前述の通り、放電時と放電していない時ではRF電源から出力される高周波の波形が異なることから、これを利用して解決している。他方、当該公報で提案される放電検出機によれば、高周波の波形を検出するため高周波電源ラインに沿って離れた状態でアンテナを設けることが必要となる。さらにこの放電検出機でも、同一チャンバ内に設けた複数のターゲットを同時に放電を行わせる場合には、放電の干渉によりそれぞれのターゲットによる放電を個別に検出することは困難であった。

【0017】本発明の目的は、上記の問題を解決することにより、放電を利用した処理装置における当該放電の検出で、放電を検出するための特別な回路や素子を付加する必要がなく、放電を確実に検出することができ、処理装置に供給される高周波電力が低電力の場合でも放電の検出を行うことができ、処理チャンバ内で複数の放電を同時に発生させるときにも各放電を個別に確実に検出することのできる放電検出の方法と装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明に係る放電検出方法と放電検出装置は、上記の目的を達成するため、次のように構成される。

【0019】本発明に係る放電検出方法（請求項1に対

応）は、高周波電力に基づく放電によってプラズマを生成しこのプラズマで成膜や加工処理を行う装置に適用される方法であり、高周波電源とカソード装置との間に設けられた整合回路に含まれる可変インピーダンス回路要素のインピーダンス値を求め、整合がとれ、かつ放電時のインピーダンス値と比較して、インピーダンス値が所定範囲に含まれているときに放電が発生していると判定する方法である。上記の方法において、好ましくは、可変インピーダンス回路要素のインピーダンス値を変える駆動モータの動作量に基づいてインピーダンス値を算出することを特徴とする（請求項2に対応）。上記の方法において、好ましくは、可変インピーダンス回路要素は可変コンデンサであり、インピーダンス値はキャパシタンス値であることを特徴とする（請求項3に対応）。上記の方法において、好ましくは、可変インピーダンス回路要素は可変コイルであり、インピーダンス値はインダクタンス値であることを特徴とする（請求項4に対応）。

【0020】本発明に係る放電検出装置（請求項5に対応）は、チャンバ内にて高周波電力に基づく放電によってプラズマを生成しこのプラズマで基板に対して成膜や加工処理を行う装置であり、高周波電源と前記チャンバのカソード装置との間に設けられる整合回路と、整合回路に含まれる可変インピーダンス回路要素のインピーダンス値を検出する検出手段と、インピーダンス値が、整合がとれ、かつ放電時のインピーダンス値と比較して所定範囲に含まれているときに放電が発生していると判定する演算処理手段とを備えて成るものである。上記の放電検出装置において、好ましくは、演算処理手段は、可変インピーダンス回路要素のインピーダンス値を変える駆動モータの動作量に基づいてインピーダンス値を算出することを特徴とする（請求項6に対応）。上記の放電検出装置において、好ましくは、可変インピーダンス回路要素は可変コンデンサであり、インピーダンス値はキャパシタンス値であることを特徴とする（請求項7に対応）。上記の放電検出装置において、好ましくは、可変インピーダンス回路要素は可変コイルであり、インピーダンス値はインダクタンス値であることを特徴とする（請求項8に対応）。

【0021】

【作用】高周波電源から高周波電力を処理チャンバのカソード装置に給電すると、圧力条件とガス条件の下で、処理チャンバ内でグロー放電が誘起され、プラズマが生成される。通常、高周波電源とカソード装置の間には自動整合回路が設けられ、高周波電力が供給されると、整合回路に含まれるインピーダンス回路要素（可変コンデンサ等）のインピーダンス（キャパシタンス等）が反射波を0にする条件の下で自動的に調整され、整合がとられ、放電を誘起させる。ただし厳密には整合がとられたとしても、処理チャンバ内で放電が生じているとは限ら

ない。処理チャンバでの処理条件に応じて整合範囲が決まるが、さらに当該整合範囲上にて放電を満たす所定範囲を限定して定め、この限定された整合・放電範囲に基づいて放電が生じているか否かを検出する。所定の範囲で、検出の元となる対象は、整合回路に含まれる可変インピーダンス回路要素のインピーダンス値である。可変インピーダンス回路要素を動作させる駆動モータの動作量を取り出し、所定の関係に基づいて可変インピーダンス回路要素のインピーダンス値を求める。次に別にある特定のプロセスにおいて予め求めておいた実際に放電している時の（整合時の）インピーダンスと比較し、上記の整合かつ放電の条件を満たす範囲に含まれているか否かに基づいて放電の有無を検出する。整合条件と放電条件を満たす所定範囲を基準に、自動整合回路から得られる可変インピーダンス回路要素のインピーダンス値に従って放電の有無を検出する。供給される高周波電力が低電力であっても、確実に放電の有無を検出することが可能となる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の好適な実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0023】実施形態で説明される構成、形状、大きさおよび配置関係については本発明が理解・実施できる程度に概略的に示したものにすぎず、また数値および各構成の組成（材質）については例示にすぎない。従って本発明は、以下に説明される実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に示される技術的思想の範囲を逸脱しない限り様々な形態に変更することができる。

【0024】図1は本発明に係る放電検出装置をスパッタリング装置に適用した例を示す。スパッタリング装置は一例であって、放電を利用する処理または加工を行う装置であれば、任意の装置に適用することができる。スパッタリング装置10は、グロー放電を誘起してプラズマを発生させ、このプラズマで基板11に対して成膜や加工の処理を行うチャンバ12と、基板11を両面に保持する基板ホルダ13と、基板ホルダ13の両側に配置された2つのカソード（陰極）装置14を備えている。チャンバ12は、少なくとも、内部が減圧され所要の真空状態を作るための排気機構や真空ポンプ（図示せず）と、プラズマを生成するためのプロセスガスを導入するためのガス供給機構（図示せず）を設けている。チャンバ12は導電性部材で形成され、内部が高い真空状態であってもそれに耐え得る構造および強度を有している。基板ホルダ13は、図示しない搬送機構で支持された状態で基板11を保持しながら搬送する。基板ホルダ13に取付けられる基板の数は2つに限定されない。基板ホルダ13は基板11の処理面がカソード装置14の対向面に平行になるように基板を保持している。2つのカソード装置14の各々は、電極（カソード）15とターゲット16を有する。ターゲット16は基板11の上に成

膜したい膜と同じ材料で形成されている。電極15の内面にターゲット16を取付け、ターゲット16の内面はチャンバ12の内部空間に臨んでいる。ターゲット16の内面は基板ホルダ13で搬送されてくる基板11の処理面に対して実質的に平行になっている。ターゲット16に対しては、さらにその側辺に沿って周囲にはターゲットカバー17が付設されている。

【0025】2つのカソード装置14の各々は、個別に、対応するグロー放電用の高周波電源（RF電源）18に接続されている。カソード装置14の背面部の電極15と高周波電源18の間には、両者の電氣的整合をとるために自動整合回路20が設けられている。

【0026】自動整合回路20は、主要な回路要素として、2つの可変コンデンサ21、22とコイル23から構成されている。可変コンデンサ21のキャパシタンスの値をVC1、可変コンデンサ22のキャパシタンスの値をVC2、コイル23のインダクタンスの値をLとする。可変コンデンサ21、22とコイル23の結線構造は従来より知られたものである。自動整合回路20の回路構成は図示されたものに限定されるものではない。

【0027】自動整合回路20で、さらに、可変コンデンサ21、22は、好ましくはステッピングモータ（パルスモータ）から成る駆動モータ24でそのキャパシタンスの値を個々に変えることができるようになってい。また可変コンデンサ21、22のキャパシタンスの値は、各可変コンデンサをモニタする機能に基づいて読み取ることができる。可変コンデンサ21、22の各々のモニタ機能は、対応する駆動モータ24a、24bの回転の動作位置（動作量）を検出することにより実現される。駆動モータ24a、24bの回転動作量を検出する手段としてそれぞれエンコーダ25a、25bが設けられている。

【0028】さらに自動整合回路20において、駆動モータ24a、24bの各々に対してモータ駆動部33a、33bが設けられている。モータ駆動部33a、33bは対応する駆動モータを動作させるための駆動信号を与えると共に、当該駆動モータの動作量を各エンコーダからの出力信号として受け取る。また自動整合回路20には、上記2つのモータ駆動部33a、33bの各々に対して、上位の制御装置からの指令を取り次ぐ整合器制御部35が設けられている。

【0029】上記構成を有する自動整合回路20に対して制御装置30が設けられる。制御装置30は、演算処理を行うCPUと各種制御用プログラムとデータを格納するメモリとから構成され、各種プログラムをCPUで実行することにより各種の機能部が実現されている。制御装置30のブロック中では、CPUとメモリの図示は省略され、機能部のみが示される。制御装置30は、演算処理部31と、2つの高周波電源18の各々の出力を調整する2つの電源調整部32、2つの自動整合回路2

0内の各整合器制御部35との間で指令信号と動作位置に係る信号とをやり取りする動作位置入力部34a、34bが設けられている。制御装置30の内部では、2つのカソード装置14の各々に対応する自動整合回路20ごとに対応回路部分が設けられている。上記演算処理部31は、各自動整合回路20から必要とする信号(データ)を入力し、後述するごとく放電検出、および放電検出に基づく高周波電源18の動作制御を行う。また制御装置30の演算処理部31は、自動整合回路20の自動整合の制御も行う。

【0030】上記の構成において、スパッタリング装置10のチャンバ12内における基板11とカソード装置14のターゲットとの間では、高周波電源18から高周波電力を供給し、整合等の他の所定条件が満たされている条件の下で、グロー放電を発生させ、プラズマを発生する。グロー放電は、排気により所要の圧力条件を満たし、プロセスガス(アルゴンのような希ガスや酸素等の反応性ガスまたはその混合ガス)を導入し、高周波電源18から必要な電力を供給することにより、誘起される。放電の確認は確認手段で行われる。当該放電を持続させるため、自動整合回路20の可変コンデンサ21、22のキャパシタンスの値は、プロセス条件に応じて調整される。

【0031】次に、前述した図1の構成を基礎として図2と図3を参照して放電検出の原理(方法または基本構成)をさらに詳しく説明する。図2と図3において、図1で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付している。図2は上記チャンバ12における1つのカソード装置14に対する高周波電力の供給系と、高周波電源18へ指令を出す制御装置30と、自動整合回路20から制御装置30への状態フィードバック系を示し、図3はフィードバック内容に応じて制御装置30の上記演算処理部31が実行する高周波電源18に対する制御内容を示すフローチャートを示している。

【0032】高周波電源18と負荷であるカソード装置14との間に設けられた両者の電氣的整合を行うための自動整合回路20において、チャンバ12内でグロー放電が生じているか否かを判別するためには、整合の状態を検出するか、または整合回路内の構成素子のインピーダンスを検出することが必要である。本実施形態の構成では、構成素子のインピーダンスを検出することにより、チャンバ12内の放電の有無を検出する。自動整合回路20では、前述のごとく、2つの可変コンデンサ21、22とコイル23が接続されている。可変コンデンサ21、22のキャパシタンス(容量)は、エンコーダ(25a、25b)によって得られる駆動モータ(24a、24b:ステッピングモータ)の動作位置に関するデータに基づいて求めるようにしている。すなわち駆動モータがステッピングモータである場合には、モータの回転動作量とキャパシタンス(容量)との間には比例関

係あるいは他の対応関係があることが一般的に知られているので、駆動モータの動作位置に関するデータを得ることにより、可変コンデンサのキャパシタンスを相対的(間接的)に知ることができる。

【0033】図2では、可変コンデンサ21、22からキャパシタンス(容量)の値が、上記駆動モータ24a、24bの動作位置(エンコーダ25a、25bの出力値)として取り出され、制御装置30に入力されている。駆動モータ24a、24bの動作位置に関する信号(データ)を入力した制御装置30は、上記の比例関係あるいは他の対応関係に基づいて可変コンデンサ21、22のキャパシタンスの値を算出し、その値に基づいて高周波電源18に対して動作に関する指令36を出す。

【0034】制御装置30における具体的な構成としては、図1で説明した演算処理部31、高周波電源18の出力を調整する電源調整部32、エンコーダ25a、25bからその動作位置に係る信号を取り込む動作位置入力部34a、34bが関係している。

【0035】ここで、自動整合回路20で整合状態が成り立つときの整合条件について説明する。電源側インピーダンス(Z_i)を $Z_i = R_i + jX_i$ と表し、負荷側インピーダンス(Z_o)を $Z_o = R_o + jX_o$ と表すとき、整合条件は $R_i = R_o$ かつ $X_i = -X_o$ である。プラズマインピーダンスの計算では、このように複素数表示で行われ、かつ複雑であるので、解析にはしばしばスミスチャートが利用される。放電状態の変化を分かり易くするために、図4に示す。このスミスチャートを利用すれば、整合回路における構成要素の定数を変えたときに、整合状態から外れた程度を容易に知ることができる。上記の整合条件の式が満たされるとき、上記スミスチャートの上で、可変コンデンサ21、22の駆動モータ24a、24bの回転動作量の変化範囲、すなわち可変コンデンサ21、22のキャパシタンスの値($VC1$ 、 $VC2$)の変化範囲を表すことができる。すなわち図4に示すごとくスミスチャート41において、駆動モータ24aの回転動作量を変えることにより可変コンデンサ21のキャパシタンス $VC1$ は経線方向(実数部を表す線42に交差する複数の円周線43に交差する方向)の変化を生じ(状態変化軌跡44)、駆動モータ24bの回転動作量を変えることにより可変コンデンサ22のキャパシタンス $VC2$ は緯度方向(円周線43に沿う方向)に変化を生じる(状態変化軌跡45)。

【0036】自動整合回路20の可変コンデンサ21、22の各キャパシタンスの値を変化させると、スミスチャート41上で特定変化範囲を表現することができる。すなわち自動整合回路20において通常整合のとれた状態、換言すれば、高周波電源18に関する反射波が0になるとときには、上記の $VC1$ と $VC2$ の軌跡は図4の(B)に示す太い線で囲まれた範囲46内で動くことになる。しかしながら、この範囲46内であっても実際に

放電が発生していない状態があり、実際に放電して整合がとれている範囲は極狭い範囲である。整合条件を満たしかつ放電発生条件を満たす極狭い範囲の一例を図4の(B)において47として示している。なお範囲47の位置や広さはプロセス条件や処理チャンパに応じて変化する。このようにスミスチャート41上に描くことにより視覚的に分かり易くなる。しかし、駆動モータ24a、24bの位置と可変コンデンサ21、22のキャパシタンスとは比例関係あるいは他の対応関係にあるため、駆動モータ24a、24bの動作位置が分かれば、上記コンデンサのキャパシタンスを知ることができる。

【0037】そこで本実施形態では、予め放電時のVC1とVC2の位置を決めておき、可変コンデンサ21、22の駆動モータ24a、24bの動作位置は前述のモニタ機能に基づいて検出可能であることから、この機能によって、放電時のVC1とVC2の変化状態を知ることができる。そして、上記整合がとれている範囲46中のさらに確実に放電の発生を保証している範囲47で特定されるVC1とVC2の範囲の条件、すなわち $a \leq VC1 \leq b$ 、 $c \leq VC2 \leq d$ の条件を満たしているときに、確実にチャンパ内12における放電の発生・非発生を検出することができる。 $a \leq VC1 \leq b$ 、 $c \leq VC2 \leq d$ を満たすことが、放電が発生していることを確認する条件となる。なおa、b、c、dは範囲47との関係で決まる設定値であり、駆動モータの動作位置に関する設定値である。

【0038】制御装置30で実施される図3に示された制御では、高周波電源18からの高周波電力の供給がオン状態である場合において(ステップS11)、判断ステップS12で、可変コンデンサ21、22の各キャパシタンスを表す上記のVC1とVC2が、 $a \leq VC1 \leq b$ かつ $c \leq VC2 \leq d$ の条件を満たすか否かが判定される。判断ステップS12でYESの場合には放電が継続され(ステップS13)、NOの場合には放電が停止される(ステップS14)。

【0039】ここで図1に戻り、図1を参照して上記のチャンパ12における放電検出を説明する。図2に示した可変コンデンサ21、22からのキャパシタンス(容量)の取得は、図1に示されるごとく、駆動モータ24a、24bの各々に付設されたエンコーダ25a、25bから駆動モータの動作位置(動作量)というデータを介して所定の計算式に基づいて算出される。

【0040】実際のプロセスでは、当該プロセスを行うため、所要の真空状態のチャンパ12内にプロセスガスを導入し、高周波電源18からチャンパ12のカソード装置14に高周波電力を供給する。このとき、前述のフィードバックルートで制御装置30の演算処理部31に与えら得る可変コンデンサ21、22のキャパシタンスの値VC1、VC2に関して、演算処理部31は判断ステップS12で説明したように前述の所定範囲47内に

含まれるか否かを判定する。VC1、VC2が所定範囲内であれば、チャンパ12内で確実に放電が生じていると考えられるので、基板11に対する処理を行うために必要な時間だけ放電を継続する(上記ステップS13)。また仮に上記の所定範囲外であれば、高周波電源18からの高周波電力の出力を直ちに停止する。

【0041】従って上記の実施形態の構成によれば、正確に放電の発生を検出することができるので、高周波電源18の発熱や故障を引き起こしたり、正常なプラズマ処理を行うことができなかった場合に生じる例えば所望の膜厚よりも薄い基板成膜を防止でき、製品歩留まりの低下するのを防止することができる。

【0042】特に高周波電源18からチャンパ12に対して低電力が供給される場合でも、上記プラズマインピーダンスの変化量を確実に検出できる構成であるので、低電力放電に極めて有効である。

【0043】また上記の実施形態の構成では、チャンパ12内に2以上のカソード装置14が設けられている場合にも、各カソード装置14に関して同様に個別に確実な放電検出を行うことができる。

【0044】さらに前述の実施形態では、基板ホルダ13の両側にカソード装置14を配置する構成を有していたが、基板ホルダに対して片面からのスパッタ法として単体のカソード装置を設けた場合にも適用することができる。また本発明に係る放電検出の方法および装置は、成膜以外の他の基板上の薄膜への加工を行う装置にも適用できるのは勿論である。さらに本実施形態では、基板とターゲット、すなわち電極が実質的に平行になっている場合の例を説明したが、両者の関係が平行でない場合、すなわち傾斜している場合にも同様にして本発明を適用することができる。

【0045】さらに前述の実施形態では、可変コンデンサのキャパシタンスをエンコーダの出力値で求めるようにしたが、エンコーダの代わりにポテンシオメータを用いることもできる。整合回路は自動整合回路が望ましいが、これに限定されるものでない。

【0046】上記実施形態では可変コンデンサおよびそのキャパシタンス値を利用した例を説明したが、可変コンデンサの代わりに、可変コイルおよびそのインダクタンス値を利用することができ、さらに一般的に可変インピーダンス回路要素とそのインピーダンス値を利用することができるのは勿論である。

【0047】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように本発明によれば、高周波電力に基づく放電を利用した処理装置においてもともと装備されている自動整合回路内の可変コンデンサ等のキャパシタンス値等の変化の範囲を整合がとれかつ放電している時のキャパシタンス値等と比較することによって放電の有無を検出するように構成したため、上記処理装置における放電の検出で、放電を検出す

るための特別な回路や素子を付加する必要がなく、放電を確実に検出することができ、処理装置に供給される高周波電力が低電力の場合でも放電の検出を行うことができ、チャンバ内で複数の放電を同時に発生させるときにも各放電を個別に確実に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る放電検出装置を備えたスパッタリング装置の要部構成を簡略的に示した構成図である。

【図2】本発明に係る放電検出装置の放電検出の原理（基本的構成および方法）を説明するブロック構成図である。

【図3】本発明に係る放電検出装置に基づく放電検出・非検出に伴う制御を説明するフローチャートである。

【図4】本発明に係る放電検出方法の原理を説明するためのスミスチャートである。

【図5】従来の放電検出方法の第1例を説明するブロック構成図である。

【図6】従来の放電検出方法の第2例を説明するブロッ

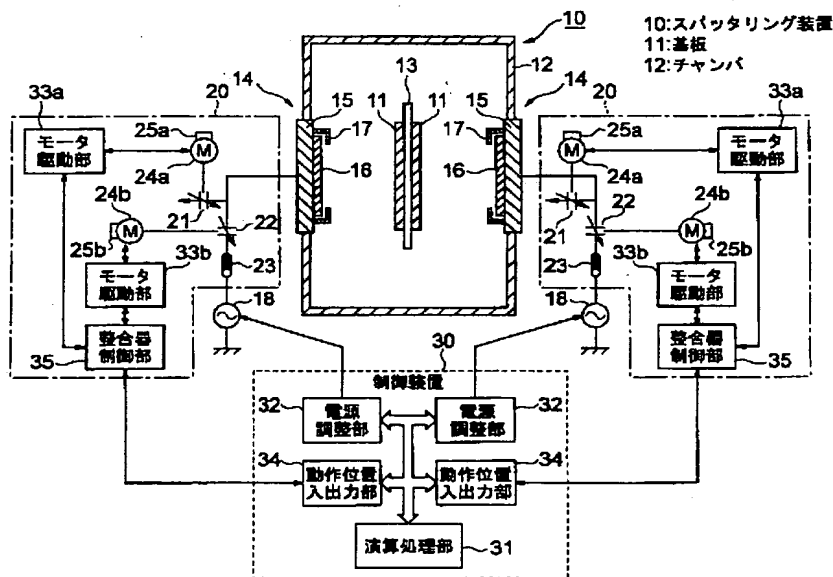
ク構成図である。

【図7】従来の放電検出方法の第3例を説明するブロック構成図である。

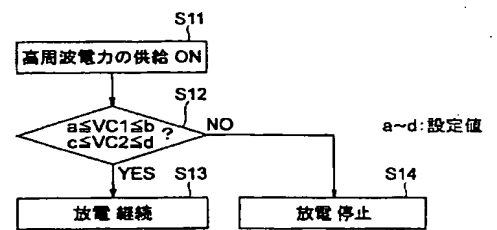
【符号の説明】

10	スパッタリング装置
11	基板
12	チャンバ
13	基板ホルダ
14	カソード装置
15	電極
16	ターゲット
18	高周波電源
20	自動整合回路
21, 22	可変コンデンサ
23	コイル
24a, 24b	駆動モータ
25a, 25b	エンコーダ

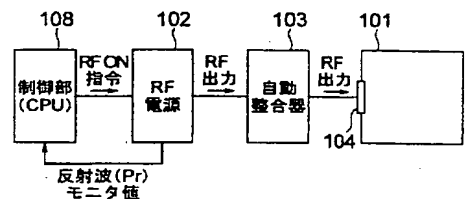
【図1】



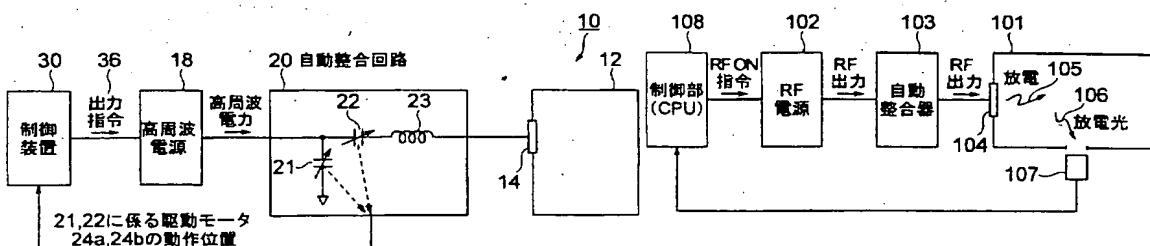
【図3】



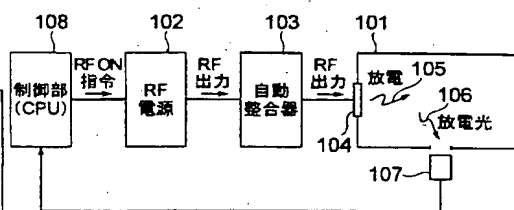
【図7】



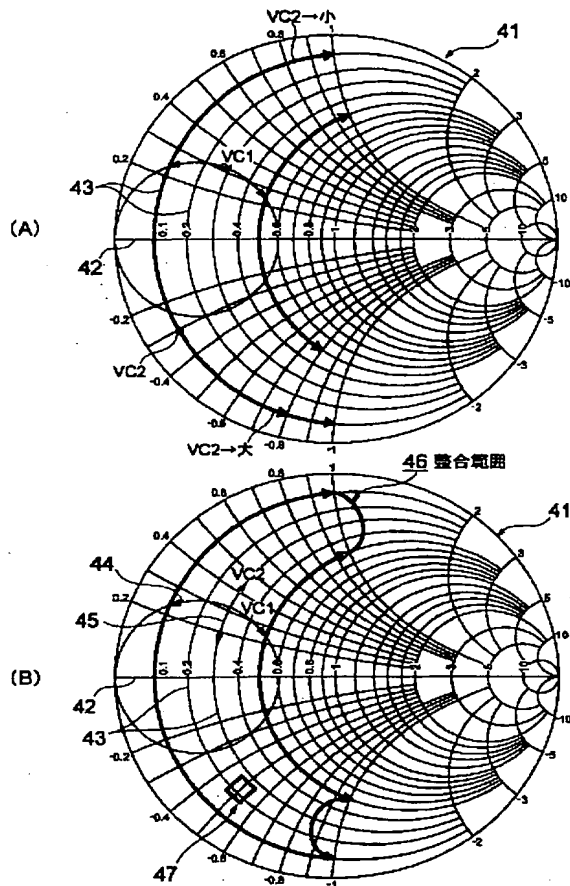
【図2】



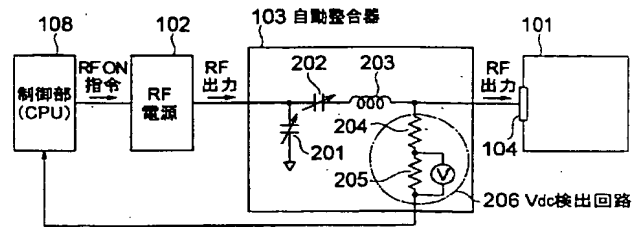
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H05H 1/46

識別記号

F I

H05H 1/46

テーム(参考)

R

(72)発明者 平田 昇

東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネル
バ株式会社内

(72)発明者 岡谷 健二

東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネル
バ株式会社内

Fターム(参考) 4G075 AA24 AA30 AA65 BA05 BC02

BC04 BC06 BD14 CA15 CA47

EC25 EC30

4K029 CA05 EA06